

## Наталія ПОДОПРИГОРА (Кіровоград, Україна)

# АКУСТИЧНИЙ ДАТЧИК У НАВЧАЛЬНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТУВАННІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

*Пропонується один з варіантів комплексного представлення експериментальної і теоретичної компонент курсу фізики вищої школи у формуванні відповідної предметної компетентності майбутніх учителів фізики на прикладі використання акустичного датчика у системі навчального фізичного експерименту.*

*Ключові слова:* Компетенція, компетентність, майбутній учитель фізики, навчальний фізичний експеримент, акустичний датчик, прискорення вільного падіння, науково-методичне забезпечення.

*The article offers one of the variants of complex presentation of experimental and theoretical components of the course of physics at higher school in forming corresponding subject competence of future teachers of physics on the example of the use of acoustic sensor in the system of educational physical experiment.*

*Keywords:* Jurisdiction, competence, future teacher of physics, educational physical experiment, acoustic sensor, acceleration of the free falling, scientifically methodical providing.

**Постановка проблеми.** Нинішній етап розвитку системи вищої освіти України характеризується її модернізацією, яка спрямована на входження до Європейського освітнього простору. Це вимагає реформування вищої освіти на всіх її структурних рівнях: розроблення галузевих стандартів; навчальних програм; навчальних планів; форм і методів навчання; контролю й оцінювання навчальних досягнень студентів, останнє зумовлює необхідність прийняття європейської системи оцінювання результатів навчання. У переважній більшості країн світу – це відповідні компетенції. Нині підготовка майбутніх вчителів фізики здійснюється згідно відповідного галузевого стандарту вищої освіти другого покоління, розробленого на основі діяльнісного підходу та ЗУНівської (знань, умінь, навичок) парадигми оцінювання результатів освіти, що набувають розвитку у своєму третьому поколінні на засадах компетентнісного підходу. Разом з тим зміни цільової компоненти фізичної освіти, що пов'язані з глобальною проблемою продуктивної адаптації майбутнього вчителя фізики у подальшій професійній діяльності викликають необхідність забезпечення системою освіти більш повного, особистісного і соціально інтегрованого результату відображеного у відповідній кваліфікації. Зміни в галузі цілей освіти спонукають до виявлення як змістових так і процесуальних аспектів реалізації компетентнісного підходу до навчання при підготовці майбутніх учителів фізики, відображених у відповідних науково-методичних розробках.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З розвитком компетентнісного підходу в освіті з'явилися чисельні публікації, присвячені всебічному філософському та психолого-педагогічному аналізу понять «компетентність» і «компетенція». Зокрема, висвітлюючи проблеми проектування галузевих стандартів з фізики у педагогічній освіті на засадах компетентнісного підходу, Г.О. Грищенко дотримується наступної точки зору щодо змісту цих понять [4: 50]: *компетенція* – це коло повноважень (визначених законами та іншими актами) якої-небудь організації, установи або посадової особи; в освіті це розглядається як типове завдання діяльності працівника; *компетентність* – це властивість особи за значенням «компетентний», а в сфері освіти це сукупність особистісних якостей працівника (знань, умінь, навичок, ціннісно-сміслових орієнтацій, емоційно-вольової регуляції поведінки, мотивації і готовності до діяльності), набутих під час навчання і обумовлених власним досвідом діяльності у певній галузі. Він зазначає, що розвиток компетентностей є метою освітніх програм. Компетентності студентів формуються в різних модулях навчальних програм і оцінюються на різних стадіях навчання. Студенти, навчаючись, набувають компетентностей. Рівень компетентностей виражається в термінах результатів навчання. *Результати навчання* – це формулювання того, що студент, як очікується, буде знати, розуміти і/або буде в змозі продемонструвати в кінці періоду навчання [4: 51]. Отже, компетентності через результати навчання дозволяють створити освітньо-професійну програму підготовки бакалаврів, спеціалістів або магістрів.

Досліджуючи проблеми підготовки фахівця високої кваліфікації з позицій формування компетенцій, П.С. Атамчук розглядає проблему ширше і зауважує, що *компетенція* – це потенціальна міра інтелектуальних, духовно-культурних, світоглядних та креативних можливостей індивіда; *компетентність* – виявлення цих можливостей через дію: розв'язування проблеми (задачі), креативна діяльність, створення проекту, обстоювання точки зору тощо); та необхідності мати чітку уяву про міру прогнозованості цієї якості (компетентності). А рівень компетентності фахівця трактує як ступінь досягнення мети, стимул діяльності, критерій оцінки,

ціннісні здобутки особистості; характеризує контроль-но-стимулюючий компонент процесу навчання, що реалізується на етапах об'єктивізації контролю та проектування наступної діяльності [1: 13].

Разом з тим, важливим залишається питання співвідношення компетенцій зі здатністю і готовністю вчителя фізики до реалізації здобутої ним кваліфікації у подальшій професійній діяльності. Розглядаючи компетентнісний підхід як умову переходу методичної підготовки вчителів на нові показники якості освіти, В.Д. Шарко вводить поняття *професійно-педагогічної компетентності* як узагальнене особистісне утворення фахівця, що включає високий рівень його теоретико-методологічної, психолого-педагогічної, методичної і практичної підготовки і є критерієм становлення педагога-професіонала [7: 129]. З позицій елементно-структурного аналізу професійно-педагогічної компетентності, якою має володіти вчитель, науковець виділяє три основні компоненти: грамотність (знання про дитину, діяльність у тому числі і пізнавальну, спілкування); вміння як здатність використовувати знання в педагогічній діяльності; професійно значущі особистісні якості [7: 131]. Отже, у контексті компетентнісного підходу змінюються завдання щодо планування навчальної діяльності студентів з фізики, стає актуальним створення умов для пізнання кожним студентом себе як суб'єкта життєдіяльності, навчання кваліфіковано здійснювати різні види діяльності у тому числі і пізнавальної.

**Постановка завдання.** З огляду на методологію фізики як науки пізнавальна діяльність студентів з фізики ґрунтується на теоретичному і експериментальному методах навчання фізики. Експериментальний метод навчання представлений системою навчального фізичного експерименту, яка останнім часом зазнала вагомих позитивних змін завдяки доробкам щодо впровадження новітніх сучасних засобів навчання і обладнання, які уможливають розширення обсягу експериментального відображення змісту курсу фізики як початкової дисципліни у педагогічному вузі. Разом з тим, спостерігається відсутність комплексності у теоретичному і експериментальному представленні прикладного і політехнічного змісту ряду вузлових питань курсу фізики, в межах розділу, теми тощо.

**Мета написання статті** полягає у висвітленні методичних аспектів щодо розв'язання проблеми комплексного представлення експериментальної і теоретичної компонент навчання фізики у вишій школі, що характерне розробкою і впровадженням акустичного датчика у систему навчального фізичного експериментування щодо формування належного рівня відповідної предметної компетентності майбутніх вчителів фізики.

**Виклад основного матеріалу.** В даній статті ми наводимо відповідний матеріал, що стосується датчиків первинних фізичних величин, що вже увійшли до арсеналу навчальних засобів [2; 3; 6] та його поповнення варіантом саморобного акустичного реле (датчика). Заслужує уваги інформація про акустичні реле, до яких ми долучаємо і п'єзоелектричні датчики, фізичні основи роботи яких засновані на утворенні поверхневого заряду у деяких кристалів (п'єзоелектриків) при їх деформації. Спостерігається і зворотна дія – в колі змінного струму п'єзоелектрична пластинка здійснює механічні коливання із частотою такого струму і амплітудою прикладеної напруги. Виготовити п'єзоелектричний датчик виявляється можливим за допомогою кварцової пластинки, на поверхнях якої закріплюють струмопровідні клеми. В якості наочності доцільно показати студентам таку пластику з комплексу приладу ультразвукової установки.

В теоретичних відомостях до виконання експериментального завдання студентам повідомляють, що при стиснення кварцової пластинки з силою  $F$  на її протилежних поверхнях внаслідок п'єзоелектричного ефекту індукуються заряди  $Q$ , що визначаються величиною діючої сили, тобто  $Q = kF$ , де  $k$  – п'єзомодуль діелектрика. Якщо сила є змінною, то з'являється змінна вихідна напруга:

$$U = \frac{Q}{C_D + C_M} = \frac{k}{C_D + C_M} F,$$

де  $C_D$  – ємність датчика (конденсатора, утвореного електродами і кварцевим діелектриком);  $C_M$  – ємність монтажу.

П'єзоелектричні датчики безінерційні, використовуються для вимірювання сил, тисків, вібрацій, а також у мікрофонах та виконуючих пристроях. Внесені нами конструктивні зміни у головному телефоні типу ТОН-2, дозволили використати його в якості акустичного реле, що пройшов широку апробацію у системі шкільного фізичного експерименту [3; 6]. Разом з тим слід

відзначити, що використання такого датчика дозволяє суттєво збагатити і навчальний фізичний експеримент вищої школи.

Принципова схема акустичного реле зображена на рис. 1. Датчик має два функціональних вузла – підсилювач сигналів та формувальник імпульсів. Електричний сигнал з датчика (головного телефону) подається на транзистор VT1 K3102Г для підсилення. Потім сигнал для остаточного формування подається на очікувальний мультивібратор, основу якого складає мікросхема K155АГ3. Конденсатор C3 і резистор R5 визначають час тривалості сформованого імпульсу, який розраховується за формулою  $\tau_{вих} = 0,28 RC (1 + 0,7/R)$ .

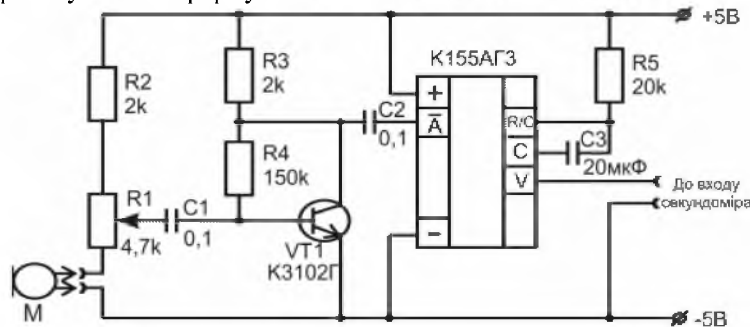


Рис. 1.

Схему збирають на текстолітовій платі, яку розташовують в корпусі відповідних розмірів. Бажано використати корпус таких розмірів, щоб уможливити розміщення в ньому елементів електроживлення. За необхідності можна встановити окреме гніздо для приєднання живлення. Резистором R1 регулюють чутливість реле відповідно до рівня гучності звукового сигналу. Живиться реле від джерела постійного струму стабілізованої напруги 5 В.

Сформовані таким чином імпульси чітко сприймаються лічильниками, а також забезпечують роботу електромагнітного реле типу РЕС-80, яке спрацьовує від джерела живлення напругою біля 1,3 В.

У навчальному експериментуванні з фізики такого типу датчики потребують експериментальні установки, в яких фіксоване положення інших типів датчиків (механічних, фотодатчиків тощо) потребує ретельної підготовки щодо визначення такого статичного положення у просторі методом попередніх випробувань, що не зручно. Зокрема, під час вивчення руху тіла кинутого під кутом до горизонту у полі сили тяжіння Землі, досить важко зафіксувати порівняно малий проміжок часу такого руху, а особливо визначити мить падіння тіла. Найзручніше це виконати за допомогою акустичного датчика, в якості якого використовують мікрофон, або телефон.

Використання акустичного реле в навчальному фізичному експерименті до вивчення різних розділів і питань курсу загальної фізики має спільні риси, в першу чергу – використання акустичного реле в комплекті з цифровим секундоміром для вимірювання малих проміжків часу з належною точністю до сотих секунди. В якості останнього доцільно використати демонстраційний цифровий секундомір. Якщо завдання є складовою частиною роботи лабораторного практикуму, то зручніше використати лабораторний лічильник імпульсів СИЛ. За відсутності останнього доступно прилаштувати лабораторний цифровий секундомір, або досить поширені зразки побутового приладу типу ХJ-613D, вмонтованого у корпусі разом з органами керування експериментальними установками, зібраними з даним секундоміром, рис. 2.

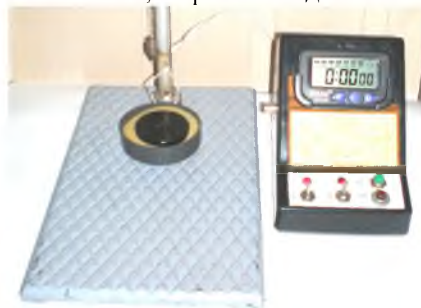


Рис. 2

Але у таких зразках потрібно влаштувати зовні гніздо типу «тюльпан», до контактів якого приєднати контакти керування (пуск/зупинка) дією секундоміра, через які секундомір приєднують до схеми установки. Одним з прикладом є демонстрація з визначення прискорення вільного падіння. Аналогічне завдання порівняно широко виконується як за програмами курсу фізики старшої школи, так і в лабораторному практикумі з механіки вузу.

Демонстраційний експеримент з визначення прискорення вільного падіння з використанням пускового електромагніту і акустичного датчика визначають традиційно за робочою формулою  $g = 2h/t^2$ , де  $h$  – висота падіння тіла, яку вимірюють за допомогою вимірювальної стрічки, а час падіння  $t$  – секундоміром. Початок падіння співпадає з моментом вмикання секундоміра пусковим магнітом та натисканням відповідної кнопки «start/stop». Момент падіння кульки фіксує акустичний датчик.

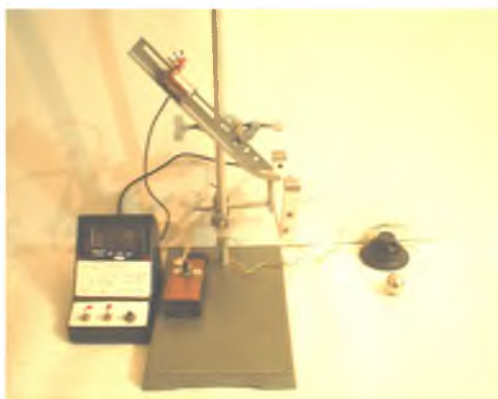


Рис. 3.

Інший варіант експериментального визначення прискорення вільного падіння є додатковим до лабораторної роботи з динаміки щодо дослідження руху тіла, кинутого горизонтально. Встановлення в кінці горизонтальної ділянки лотка для пуску кульки фотодатчика дозволяє вчасно ввімкнути секундомір на початку руху кульки лише під дією сили тяжіння. А розташування акустичного датчика на поверхні стола – вимикати секундомір в мить співудару кульки із поверхнею стола. Вимірявши висоту  $h$  розташування вертикальної ділянки над поверхнею стола, прискорення вільного падіння визначають за тією ж робочою формулою, що і у попередньому завданні. Загальний вигляд установки зображений на рис. 3.

Проте всі запропоновані варіанти характерні визначенням прискорення вільного падіння за умов руху тіла в повітрі без урахування його опору, задовольняють завданням навчального експериментування середньої школи. Разом з тим, у вищій школі модель дослідження такого кінематичної характеристики руху тіла як  $g$  має бути більш наближеною до реальності: вагомість має як об'єктивніший результат прискорення вільного падіння, так і визначене значення опору повітря і його залежність від швидкості руху тіла, тобто урахування коефіцієнту динамічної в'язкості повітря.

Експериментальну установку збирають на базі трубки Ньютона нового зразка – скляного товстостінного циліндра, кінці якого закриті гумовими пробками, в одну з яких вмонтований кран для відкачування через нього повітря. Гумові пробки легко видаляються шляхом накачування в циліндр повітря за незначного підвищення тиску тому їх замінюють іншими кришками, наприклад поліхлорвініловими з гумовими прокладками. На одній кришці в центрі вирізають отвір, в якому зсередини вмонтовують залізне осердя. Зовні на осерді закріплюють котушку пускового електромагніту. На другій кришці встановлюють штучер з краном (зовні), а також акустичний датчик (зсередини), вивідні провідники від якого пропускають через кришку і приєднують до закріпленого зовні гнізда, наприклад типу «тюльпан». Зрозуміло, що в місцях кріплення кришок має бути забезпечена герметичність, щоб уникнути пропускання в циліндр повітря. Всередині трубки Ньютона залишають пустотілу залізну кульку, взятую з комплекту електростатичних терезів для демонстрування закону Кулона. На середині циліндра закріплюють муфту, стержень якої потім кріплять у муфті демонстраційного штативу так, щоб, не торкаючись основи штативу, циліндр зручно було обертати у вертикальній площині і закріплювати.

Функціональна схема установки зображена на рис. 4. Пусковий електромагніт ПЕМ приєднують через вільно замкнені контакти 1 і 2 спареної кнопки К і вимикач П до джерела постійного струму Д. Вільно розімкнені контакти тієї ж кнопки 3 і 4 приєднують до входу секундоміра СЕК, куди ж паралельно приєднують і провідники від акустичного реле АР.

Для виконання демонстрації послаблюють кріплення муфти і розташовують циліндр так, щоб кінець з електромагнітом знаходився нижче протилежного кінця і замикають вимикач П. Скотившись, кулька магнітним полем електромагніту ПЕМ притягується до осердя. Тепер циліндр встановлюють і закріплюють вертикально з пусковим електромагнітом вгорі. Вмикають живлення акустичного реле і виставляють на табло секундоміра нулі. Натискають на кнопку К: електромагніт знеструмлюється і відпускає кульку, одночасно секундомір запускається через контакти 3 і 4. При досягненні кулькою акустичного датчика вона вдарає по ньому і вимикає секундомір. Дослід повторюють 3-5 разів як за наявності повітря у трубці, так і без нього. Визначають середнє значення часу руху кульки в повітрі і без повітря, вимірюють висоту падіння і визначають значення прискорень. Визначенні експериментально результати використовують як для об'єктивнішого визначення однієї із фізичних сталих  $g$ , так і одержання певних результатів щодо опору повітря, визначення його в'язкості з подальшим використанням результатів, які мають суттєве значення і впливають на процес руху дощових краплин в атмосфері, розв'язання відповідних задач.

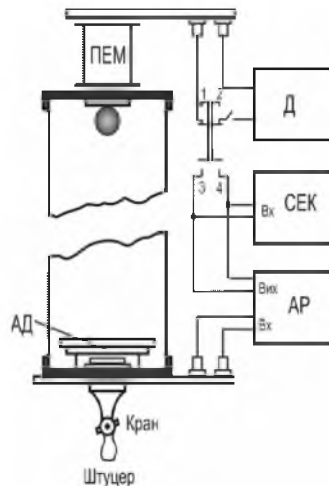


Рис. 4.

На базі аналогічної експериментальної установки якісно і ефективно організовують постановку як демонстраційних дослідів, так і завдань до роботи практикуму щодо вивчення і дослідження руху тіла під дією сили тяжіння. В такій установці трубка Ньютона замінюється електромагнітною пушкою, виготовленою на зразок розробленої і описаної М.І. Шефером [8]. Ефективність такої пропозиції полягає в тому, що датчик акустичного реле розташовують в будь-якому місці на кришці стола, на якому встановлена пушка і на поверхню якого падає випущений снаряд (кулька). У такому варіанті завдання зводиться до вимірювання часу руху снаряда, випущеного як під кутом до горизонту, так і вертикально вгору. Виміряні результати забезпечують визначення із досить високою точністю початкової швидкості руху снаряда, а отже, і решту характеристик – дальність і висоту польоту, співвідношення між ними; організувати постановку і розв'язання задачі з визначення прискорення вільного падіння на основі експериментальних даних.

Показовим прикладом використання акустичного реле в навчальному фізичному експерименті у інших розділах курсу загальної фізики є моделювання дослідів Боте, варіант якого нами був описаний раніше [5]. Варті уваги ті особливості цього дослідів, що в ньому достатньо наочно демонструють сутність відтворення однакової дії на датчики звукових хвиль від метронома і не однакової – від рухомих частинок (кульок). За результатами такого дослідів досить чітко сприймається сутність дослідів Боте, формується переконання в відповідній сутності перебігу процесів, природи відповідного діапазону хвиль чи променів.

**Висновки.** Комплексне теоретичне й експериментальне представлення прикладного і політехнічного змісту ряду вузлових питань курсу фізики вищої школи на засадах компетентнісного підходу ми вбачаємо у навчанні майбутніх вчителів фізики кваліфіковано

здійснювати різні види навчально-пізнавальної діяльності, зокрема, експериментальної, що спонукає до розробки, модернізації і впровадженні окремих елементів фізичного обладнання, яке дозволяє розширити обсяг експериментального відтворення змісту курсу фізики у процесі формуванні відповідної предметної компетентності. Проте, залишаються відкритими питання щодо змістового та процесуального аспектів реалізації компетентнісного підходу до навчання фізики що є перспективною проблемою подальших досліджень.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Атаманчук П.С. Компетентнісний підхід у становленні майбутнього вчителя фізики / П.С. Атаманчук // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (Педагогічні науки). – Умань, 2012. – Ч.4. – С. 9-17.
2. Вовкотруб В.П. Електронні основи кібернетичних машин та автоматики. Лабораторний практикум: [навч. посіб.] / Вовкотруб В.П., Подопрігора Н.В., Манойленко Н.В. – Кіровоград: ТОВ «КОД», 2012. – 86 с.
3. Вовкотруб В.П. Модернізація матеріального забезпечення і методів виконання лабораторних робіт з механіки / В.П. Вовкотруб, Н.В. Подопрігора // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський, 2006. – Вип. 12: Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника в світлі сучасної освітньої парадигми. – С. 255-257.
4. Грищенко Г.О. Проектування стандартів педагогічної освіти з використанням компетентнісного підходу / Г.О. Грищенко // Актуальні проблеми підготовки вчителів природничо-наукових дисциплін для сучасної загальноосвітньої школи: всеукр. наук.-практ. конф., 18-19 жовт. 2012 р.: тези доп. – Умань, 2012. – С. 49-51.
5. Подопрігора Н.В. Використання електронних засобів для моделювання фізичних дослідів // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №4. – С. 18-19.
6. Подопрігора Н.В. Комплексна підготовка до вивчення теоретичних основ будови і використання датчиків у фізичному експерименті в профільній школі / Н.В. Подопрігора // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: КДПУ ім. В.Винниченка. – 2010. – Вип. 90. – С. 219-223.
7. Шарко В.Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти: Монографія / Шарко В.Д. – Херсон: Вид-во ХДУ, 2006. – 400 с.
8. Шефер Н.И. Конструирование и испытание модели электромагнитной пушки / Н.И. Шефер // Физика в школе. – 2008. – № 8. – С. 51-52.

### **ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА**

**Подопрігора Наталія Володимирівна** – кандидат педагогічних наук, доцент, докторант кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.